

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-079261
(43)Date of publication of application : 27.03.2001

(51)Int.Cl.

A63F 13/00

(21)Application number : 11-256579
(22)Date of filing : 10.09.1999

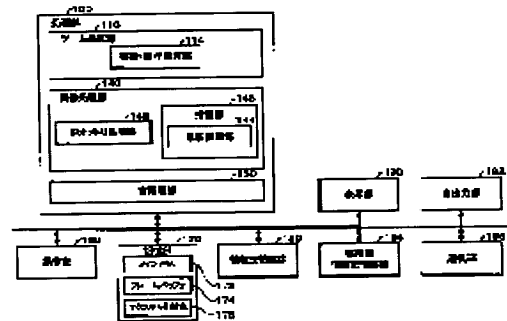
(71)Applicant : NAMCO LTD
(72)Inventor : KIKKO SHIGERU

(54) IMAGE FORMING SYSTEM AND INFORMATION RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform a shading capable of performing a cell animation-like image production with a lesser processing load by dividing a three-dimensional object into a plurality of areas on the basis of the brightness information imparted to the three-dimensional object, and performing the stepwise shading of the divided area units.

SOLUTION: The movement and operation arithmetic part 114 of a game processing part 110 moves or operates an object on the basis of the operation data or game program inputted by a player through an operation part 160. The geometric processing part 142 of an image processing part 140 performs various kinds of geometric processing (three-dimensional coordinate settlement) and a drawing part 146 draws the object on the basis of the object data after geometric processing (after perspective conversion) and the texture stored in a texture buffer. A shading processing part 144 divides the three-dimensional object into a plurality of areas on the basis of the brightness information imparted to the three-dimensional object and performs the stepwise shading of the divided area units.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-79261
(P2001-79261A)

(43)公開日 平成13年3月27日(2001.3.27)

(51)Int.Cl.⁷
A 6 3 F 13/00

識別記号

F I
A 6 3 F 13/00

ページ* (参考)
B 2 C 0 0 1
D

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平11-256579
(22)出願日 平成11年9月10日(1999.9.10)

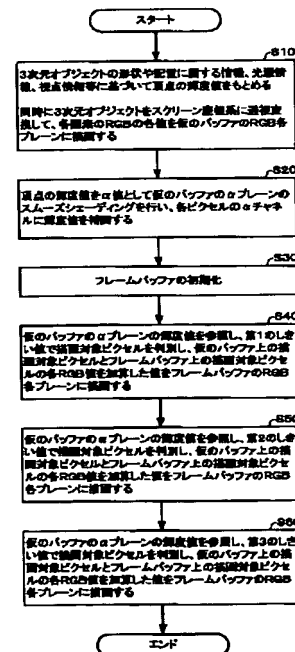
(71)出願人 000134855
株式会社ナムコ
東京都大田区多摩川2丁目8番5号
(72)発明者 橘高 繁
東京都大田区多摩川2丁目8番5号 株式
会社ナムコ内
(74)代理人 100090387
弁理士 布施 行夫 (外2名)
Fターム(参考) 2C001 BC06 BC08

(54)【発明の名称】 画像生成システム及び情報記憶媒体

(57)【要約】

【課題】 より少ない処理負担でセルアニメ風の演出が可能な陰影付けを行う画像生成システム及び情報記憶媒体を提供すること。

【解決手段】 3次元オブジェクトに与えられた明るさ情報に基づき、3次元オブジェクトを透視変換して得られた2次元画像の各画素に明るさ情報を設定し、各画素毎に設定された明るさ情報に基づき当該2次元画像を複数のエリアに分割しエリア単位に段階的に陰影付けを行う。前記明るさ情報をあらかじめ設定しておいてもよいし所与の条件に基づいてリアルタイムに演算してもよい。各画素の明るさ情報と所与のしきい値に基づき描画対象画素を判別し、基準となる色情報に基づいて描画対象画素の色情報の調整処理を行う手段を含み、陰影の段階数に応じて前記しきい値を変更して、描画対象画素の色情報の調整処理を複数回行うようにしてもよい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像を生成するための画像生成システムであって、

3次元オブジェクトに与えられた明るさ情報に基づき前記3次元オブジェクトを複数のエリアに分割する手段と、

分割されたエリア単位に段階的な陰影を施す手段と、を含むことを特徴とする画像生成システム。

【請求項2】 請求項1において、前記明るさ情報に基づき、前記3次元オブジェクトを透視変換して得られた2次元画像の各画素に明るさ情報を設定して、設定された明るさ情報に基づき当該2次元画像を複数のエリアに分割することを特徴とする画像生成システム。

【請求項3】 請求項1又は2のいずれかにおいて、前記明るさ情報をあらかじめ設定しておくことを特徴とする画像生成システム。

【請求項4】 請求項1又は2のいずれかにおいて、所与の条件に基づいて、前記明るさ情報をリアルタイムに演算することを特徴とする画像生成システム。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかにおいて、分割されたエリア単位に色情報の調整処理を行うことにより段階的な陰影を施すことを特徴とする画像生成システム。

【請求項6】 請求項2乃至5のいずれかにおいて、前記各画素の明るさ情報と所与のしきい値を比較することにより描画対象画素を判別し、描画対象画素の色情報の調整処理を行う手段を含むことを特徴とする画像生成システム。

【請求項7】 請求項6において、陰影の段階数に応じて前記しきい値を変更して、描画対象画素の色情報の調整処理を複数回行うことを特徴とする画像生成システム。

【請求項8】 コンピュータが使用可能な情報記憶媒体であって、3次元オブジェクトに与えられた明るさ情報に基づき前記3次元オブジェクトを複数のエリアに分割する手段と、分割されたエリア単位に段階的な陰影を施す手段と、を実行するためのプログラムが記憶されていることを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項9】 請求項8において、前記明るさ情報に基づき、前記3次元オブジェクトを透視変換して得られた2次元画像の各画素に明るさ情報を設定して、設定された明るさ情報に基づき当該2次元画像を複数のエリアに分割することを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項10】 請求項8又は9のいずれかにおいて、前記明るさ情報をあらかじめ設定しておくことを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項11】 請求項8又は9のいずれかにおいて、所与の条件に基づいて、前記明るさ情報をリアルタイムに演算することを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項12】 請求項8乃至11のいずれかにおいて、分割されたエリア単位に色情報の調整処理を行うことにより段階的な陰影を施すことを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項13】 請求項9乃至12のいずれかにおいて、前記各画素の明るさ情報と所与のしきい値を比較することにより描画対象画素を判別し、描画対象画素の色情報の調整処理を行う手段を含むことを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項14】 請求項13において、陰影の段階数に応じて前記しきい値を変更して、描画対象画素の色情報の調整処理を複数回行うことを特徴とする情報記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像生成システム及び情報記憶媒体に関する。

【0002】

【背景技術及び発明が解決しようとする課題】従来より、仮想的な3次元空間であるオブジェクト空間内の所与の視点から見える画像を生成する画像生成システムが知られており、いわゆる仮想現実を体験できるものとして人気が高い。このような画像生成システムではプレーヤの仮想現実感の向上のためによりリアルな画像を生成することが望まれていた。

【0003】ところが一方ではさまざまなアニメ映画やアニメ画像が人気を博している。これらは実写に近いリアリティで人を魅了するのではなく、アニメ特有のセル画風の画像の楽しさで人を魅了するものである。

【0004】しかしかかるアニメ画像はあらかじめ用意されたアニメのセル画を再生することにより映写されるものであるため映画やゲームのオープニングのムービー画像等に用いられ、リアルタイムに変化するゲーム画像等としては用いられていなかった。リアルタイムに変化するゲーム画像としては、スムーズシェーディングにより滑らかな陰影づけが施された滑らかな画像か、陰影計算がまったくなされていない2次元画像のいずれかであった。

【0005】そこで本出願人は、セルアニメ風の画像をプレーヤの操作入力等に応じてリアルタイムに変化させる画像生成システムを提案し、その開発を行っている。ここにおいてセルアニメ風の画像演出を行うためにはどのように陰影をほどくかという問題点がある。

【0006】理論的には3次元オブジェクトにたいしてセルアニメ風のレンダリングを施すことによりセルアニ

メの画像をリアルタイムに変化させることができ、かかる手法としてアニメシェーダーが知られている。しかしアニメシェーダーの手法は処理負担が重いためリアルタイム性が要求される家庭用、業務用ゲームシステム等においては採用しづらい。

【0007】本発明は、以上のような課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、より少ない処理負担でセルアニメ風の画像演出が可能な陰影付けを行う画像生成システム及び情報記憶媒体を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、画像を生成するための画像生成システムであって、3次元オブジェクトに与えられた明るさ情報に基づき前記3次元オブジェクトを複数のエリアに分割する手段と、分割されたエリア単位に段階的な陰影を施す手段と、を含むことを特徴とする。

【0009】また本発明に係る情報記憶媒体は、コンピュータにより使用可能な情報記憶媒体であって、上記手段を実行するためのプログラムを含むことを特徴とする。また本発明に係るプログラムは、コンピュータにより使用可能なプログラム（搬送波に具現化されるプログラムを含む）であって、上記手段を実行するための処理ルーチンを含むことを特徴とする。

【0010】ここにおいて明るさ情報の形式は問わない。例えば3次元オブジェクトの各頂点やポリゴン面や画素単位で明るさ情報を与えられていてもよい。また手前ほど明るいとか上に行くほど明るいとか明るさを決定するための複数のパターンがある場合にそのパターンを識別するための情報としてあたえられてもよい。

【0011】本発明によれば3次元オブジェクトに段階的な陰影付けを行うことによりセルアニメ風の画像を生成することができる。

【0012】このため、セルアニメ風の画像がプレーヤの操作入力等に応じてリアルタイムに変化するリアルタイムアニメーション画像を生成することができる。

【0013】また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、前記明るさ情報に基づき、前記3次元オブジェクトを透視変換して得られた2次元画像の各画素に明るさ情報を設定して、設定された明るさ情報に基づき当該2次元画像を複数のエリアに分割することを特徴とする。

【0014】明るさ情報の設定は例えば3次元オブジェクトに与えられた明るさ情報に基づきスムーズシェーディングを行い2次元画像の各画素の明るさ情報を演算するようにしてもよい。

【0015】本発明によれば、3次元オブジェクトの各画素の明るさ情報に応じて段階的に陰影を施すことができる。

【0016】また本発明に係る画像生成システム、情報

記憶媒体及びプログラムは、前記明るさ情報をあらかじめ設定しておくことを特徴とする。

【0017】例えば外部入力の影響を受けてリアルタイムに明るさが変化しない画像を生成する際には、明るさ情報をあらかじめ設定しておくことで演算負荷の軽減を図ることができる。

【0018】また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、所与の条件に基づいて、前記明るさ情報をリアルタイムに演算することを特徴とする。

【0019】所与の条件とは例えば、オブジェクトの形状や配置に関する情報、光源情報、視点情報等である。

【0020】このように所与の条件により明るさ情報をリアルタイムに演算することにより、プレーヤの操作入力によりオブジェクトの形状や配置や光源や視点位置等がリアルタイムに変化する場合にも段階的な陰影を施すことができる。

【0021】また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、分割されたエリア単位に色情報の調整処理を行うことにより段階的な陰影を施すことを特徴とする。

【0022】色情報の調整処理とは、例えばRGBやHSVやHLS等の値に四則演算や論理演算やテーブル演算を施すことを意味する。

【0023】例えば明るさ情報を用いてピクセルテストを行い、フレームバッファ上のRGBやHSVやHLS等の各値に基準となるRGBやHSVやHLS等の各値を加算又は減算する処理を行うようにしてもよい。

【0024】また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、前記各画素の明るさ情報と所与のしきい値を比較することにより描画対象画素を判別し、描画対象画素の色情報の調整処理を行う手段を含むことを特徴とする。

【0025】本発明によれば、しきい値の調整だけを行えばよく、どこで色が変わるかは演算しなくてよい。したがって陰影付けのアルゴリズムが簡単になり、演算負荷の軽減を図ることができる。

【0026】また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、陰影の段階数に応じて前記しきい値を変更して、描画対象画素の色情報の調整処理を複数回行うことを特徴とする。

【0027】本発明によれば段階付けられた陰影によって複数のエリアに分割されていても前記しきい値を変更して前記調整処理を複数回実行することで、自動的に段階的な陰影付けを行うことができる。このため、簡単なアルゴリズム及び少ない処理負担で多数の段階を有する陰影付けも行うことができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態について図面を用いて説明する。

【0029】1. 構成

図1に、本実施形態のブロック図の一例を示す。なお同図において本実施形態は、少なくとも処理部100を含めばよく（或いは処理部100と記憶部170、或いは処理部100と記憶部170と情報記憶媒体180を含めばよく）、それ以外のブロック（例えば操作部160、表示部190、音出力部192、携帯型情報記憶装置194、通信部196）については、任意の構成要素とすることができる。

【0030】ここで処理部100は、システム全体の制御、システム内の各ブロックへの命令の指示、ゲーム処理、画像処理、音処理などの各種の処理を行うものであり、その機能は、各種プロセッサ（CPU、DSP等）、或いはASIC（ゲートアレイ等）などのハードウェアや、所与のプログラム（ゲームプログラム）により実現できる。

【0031】操作部160は、プレーヤが操作データを入力するためのものであり、その機能は、レバー、ボタン、筐体などのハードウェアにより実現できる。

【0032】記憶部170は、処理部100や通信部196などのワーク領域となるもので、その機能はRAMなどのハードウェアにより実現できる。

【0033】情報記憶媒体（コンピュータにより使用可能な記憶媒体）180は、プログラムやデータなどの情報を格納するものであり、その機能は、光ディスク（CD、DVD）、光磁気ディスク（MO）、磁気ディスク、ハードディスク、磁気テープ、或いはメモリ（ROM）などのハードウェアにより実現できる。処理部100は、この情報記憶媒体180に格納される情報に基づいて本発明（本実施形態）の種々の処理を行う。即ち情報記憶媒体180には、本発明（本実施形態）の手段（特に処理部100に含まれるブロック）を実行するための情報（プログラム或いはプログラム及びデータ）が格納される。

【0034】なお、情報記憶媒体180に格納される情報の一部又は全部は、システムへの電源投入時等に記憶部170に転送されることになる。また情報記憶媒体180に記憶される情報は、本発明の処理を行うためのプログラムコード、画像データ、音データ、表示物の形状データ、テーブルデータ、リストデータ、本発明の処理を指示するための情報、その指示に従って処理を行うための情報等の少なくとも1つを含むものである。

【0035】表示部190は、本実施形態により生成された画像を出力するものであり、その機能は、CRT、LCD、或いはHMD（ヘッドマウントディスプレイ）などのハードウェアにより実現できる。

【0036】音出力部192は、本実施形態により生成された音を出力するものであり、その機能は、スピーカなどのハードウェアにより実現できる。

【0037】携帯型情報記憶装置194は、プレーヤの

個人データやセーブデータなどが記憶されるものであり、この携帯型情報記憶装置194としては、メモリカードや携帯型ゲーム装置などを考えることができる。

【0038】通信部196は、外部（例えばホスト装置や他の画像生成システム）との間で通信を行うための各種の制御を行うものであり、その機能は、各種プロセッサ、或いは通信用ASICなどのハードウェアや、プログラムなどにより実現できる。

【0039】なお本発明（本実施形態）の手段を実行するためのプログラム或いはデータは、ホスト装置（サーバー）が有する情報記憶媒体からネットワーク及び通信部196を介して情報記憶媒体180に配信するようにしてもよい。このようなホスト装置（サーバー）の情報記憶媒体の使用も本発明の範囲内に含まれる。

【0040】処理部100は、ゲーム処理部110、画像処理部140、音処理部150を含む。

【0041】ここでゲーム処理部110は、コイン（代価）の受け付け処理、各種モードの設定処理、ゲームの進行処理、選択画面の設定処理、オブジェクトの位置や回転角度（X、Y又はZ軸回り回転角度）を求める処理、オブジェクトを動作させる処理（モーション処理）、視点位置や視線角度（視線方向）を求める処理、マップオブジェクトなどのオブジェクトをオブジェクト空間へ配置する処理、ヒットチェック処理、ゲーム結果（成果、成績）を演算する処理、複数のプレーヤが共通のゲーム空間でプレイするための処理、或いはゲームオーバー処理などの種々のゲーム処理を、操作部160からの操作データや、携帯型情報記憶装置194からの個人データ、保存データや、ゲームプログラムなどに基づいて行う。

【0042】画像処理部140は、ゲーム処理部110からの指示等にしたがって、各種の画像処理を行うものである。また、音処理部150は、ゲーム処理部110からの指示等にしたがって、各種の音処理を行うものである。

【0043】なお画像処理部140、音処理部150の機能は、その全てをハードウェアにより実現してもよいし、その全てをプログラムにより実現してもよい。或いは、ハードウェアとプログラムの両方により実現してもよい。

【0044】ゲーム処理部110は、移動・動作演算部114を含む。

【0045】移動・動作演算部114は、車などのオブジェクトの移動情報（位置データ、回転角度データ）や動作情報（オブジェクトの各パーツの位置データ、回転角度データ）を演算するものであり、例えば、操作部160によりプレーヤが入力した操作データやゲームプログラムなどに基づいて、オブジェクトを移動させたり動作させたりする処理を行う。

【0046】より具体的には、移動・動作演算部114

は、オブジェクトの位置や回転角度を例えば1フレーム（1/60秒）毎に求める処理を行う。例えば（ $k-1$ ）フレームでのオブジェクトの位置を PM_{k-1} 、速度を VM_{k-1} 、加速度を AM_{k-1} 、1フレームの時間を Δt とする。すると k フレームでのオブジェクトの位置 PM_k 、速度 VM_k は例えば下式（1）、（2）のように求められる。

【0047】

$$PM_k = PM_{k-1} + VM_{k-1} \times \Delta t \quad (1)$$

$$VM_k = VM_{k-1} + AM_{k-1} \times \Delta t \quad (2)$$

画像処理部140は、ジオメトリ処理部（3次元座標演算部）142、描画部（レンダリング部）146を含む。

【0048】ここで、ジオメトリ処理部142は、座標変換、クリッピング処理、透視変換、或いは光源計算などの種々のジオメトリ処理（3次元座標演算）を行う。

【0049】描画部146は、陰影処理部144を含み、ジオメトリ処理後（透視変換後）のオブジェクトデータと、テクスチャバッファに記憶されるテクスチャとに基づいて、オブジェクト描画する処理を行う。

【0050】陰影処理部144は、3次元オブジェクトに与えられた明るさ情報に基づき前記3次元オブジェクトを複数のエリアに分割し、分割されたエリア単位に段階的な陰影を施す処理を行う。明るさ情報に基づき、前記3次元オブジェクトを透視変換して得られた2次元画像の各画素に明るさ情報を設定して、設定された明るさ情報に基づき当該2次元画像を複数のエリアに分割するようにしてもよい。

【0051】前記明るさ情報はあらかじめ設定しておいてもよいし、所与の条件に基づいてリアルタイムに演算するようにしてもよい。

【0052】また分割されたエリア単位に色情報の調整処理を行うことにより段階的な陰影を施すようにしてもよい。

【0053】また各画素の明るさ情報と所与のしきい値を比較することにより描画対象画素を判別し、描画対象画素の色情報の調整処理を行うようにしてもよい。陰影の段階数に応じて前記しきい値を変更して、描画対象画素の色情報の調整処理を複数回行うようにしてもよい。

【0054】なお、本実施形態の画像生成システムは、1人のプレーヤのみがプレイできるシングルプレーヤモード専用のシステムにしてもよいし、このようなシングルプレーヤモードのみならず、複数のプレーヤがプレイできるマルチプレーヤモードも備えるシステムにしてもよい。

【0055】また複数のプレーヤがプレイする場合に、これらの複数のプレーヤに提供するゲーム画像やゲーム音を、1つの端末を用いて生成してもよいし、ネットワーク（伝送ライン、通信回線）などで接続された複数の端末を用いて生成してもよい。

【0056】2. 本実施形態の特徴と動作

本実施の形態の特徴は3次元オブジェクトに与えられた明るさ情報に基づき前記3次元オブジェクトを複数のエリアに分割し、分割されたエリア単位に段階的な陰影を施す点にある。

【0057】図2はドーナツ型の3次元オブジェクトに滑らかな陰影付けを行った場合の画像を表しており、図3はドーナツ型の3次元オブジェクトに本実施の形態の陰影付けを行った画像を表している。

【0058】従来の3次元CGでは、図2に示すようにスムーズシェーディング等の手法を用いて滑らかな陰影付けを行いより実写に近いリアルで自然な画像を生成するのが一般的であった。

【0059】これに対し本実施の形態では、3次元オブジェクトにセルアニメ風の演出を行うことを目的としているため、図3に示すように境目のはっきり分かる段階的な陰影付けを施している。

【0060】以下本実施の形態で3次元オブジェクトにセルアニメ風の演出を行う手法について説明する。

【0061】図4は、3次元オブジェクトに与えられた明るさ情報に基づき透視変換して得られた2次元画像の各画素に明るさ情報を設定する手法について説明するための図である。

【0062】200は3次元オブジェクトのポリゴン面を示しており、ポリゴンの頂点A（210）と頂点B（220）に明るさ情報として輝度情報が設定されている。

【0063】なお、頂点の輝度情報はあらかじめ設定しておいてもよいし、オブジェクトの形状や配置に関する情報、光源情報、視点情報等の条件に基づいて、リアルタイムに演算して設定してもよい。ここでは頂点A（210）の輝度は1.0で頂点B（220）の輝度は0であるとする。

【0064】本実施の形態実施の形態ではこの輝度値に基づき頂点間の各ピクセル（画素）にスムーズシェーディングの手法により輝度情報を保管する。

【0065】230は200を構成する各ピクセルにスムーズシェーディングの手法により輝度情報（0～1, 0）が設定されている様子を模式的に表している。

【0066】図5は各画素毎に設定された明るさ情報に基づき当該2次元画像を複数のエリアに分割しエリア単位に段階的に陰影を施す手法について説明するための図である。

【0067】本実施の形態では各ピクセルに設定された輝度情報（図5の230参照）を用いて、ピクセルテストを行う。即ち、所定のしきい値以上の輝度値を有するピクセルのRGBの値に所定の値を加算する処理を行う。

【0068】例えばしきい値を0.7として、240のエリアのRGB値の初期値が（0, 0, 0）であるとす

る。240に示すように輝度値0.7のエリア250のピクセルに対しては(注1)に示すような加算処理が行われ、当該エリアに属するピクセルのRGBは(0.3, 0.3, 0.3)となる。これに対し輝度値0.7未満のエリア260では加算処理が行われないのでRGBは(0, 0, 0)のままである(注2参照)。

【0069】このようにするとしきい値を設定して加算処理を施すだけで、各エリア単位でRGBの値の調整を行うことができる。したがってどこで色が変わるかを意識せずに、エリア単位で段階的な陰影を施すことができる。

【0070】次に3段階に分けて段階的な陰影を施す場合を例にとり本実施の形態の動作例について説明する。

【0071】図6は本実施の形態の動作例について説明するためのフローチャート図であり、図7～図10は3次元オブジェクトに段階的な陰影付けを施す処理過程について説明するための図である。

【0072】まず3次元オブジェクトの形状や配置に関する情報、光源情報、視点情報等に基づいて頂点の輝度値を求める。同時に3次元オブジェクトをスクリーン座標形に透視変換し、各画素のRGBの各値を仮のバッファのRGB各プレーンに描画する(ステップS10)。

【0073】図7に示すように、仮のバッファ300はR、G、B、 α の各プレーン310、320、330を有している。仮のバッファのRGB各プレーンに描画されるのは3次元オブジェクトの基本色の画像のRGB値である。基本色とは明暗を考慮しない色の情報であり、例えば単色の3次元オブジェクトであれば、すべての画素が同じ値を有する。またテクスチャがマッピングされる場合には、明暗を考慮しない模様のみに基づいた色のRGB値が描画されることになる。

【0074】図7の310、320、330は仮のバッファのRGB各プレーンにおいて3次元オブジェクトの透視変換後のオブジェクト(以下透視変換オブジェクトという)のRGB値が描画されている様子を模式的に表したものである。透視変換後のオブジェクト(四角形)の全画素のRGB値に(0.3, 0.1, 0.1)がセットされているとして以下説明する。

【0075】つぎに頂点の輝度値を α 値として仮のバッファの α プレーンにスムーズシェーディングを行い、各ピクセルの α チャンネルに輝度値を補完する(ステップS20)。図7の340は仮のバッファの α プレーンに透視変換オブジェクト(四角形)の α 値が描画されている様子を模式的に表したものである。なおここでは、透視変換オブジェクト部分(四角形)の344と背景部342の区別を付けるため背景部342の輝度値を0とし、透視変換オブジェクト部分(四角形)344の輝度値が0より大きな値になるようにする。346は輝度値が0.3の境界線(左上側が0.3以上)であり、348は輝度値が0.7の境界線(左上側が0.7以上)である。

【0076】次にフレームバッファの初期化を行う(ステップS30)。

【0077】次に第1のしきい値によるピクセルテストを行う。仮のバッファの α プレーン340の輝度値を参照し、第1のしきい値で描画対象ピクセルを判別する。各ピクセルの輝度値が第1のしきい値より大きい場合に当該ピクセルを描画対象ピクセルとし、仮のバッファ上の描画対象ピクセルとフレームバッファの描画対象ピクセルの各RGB値を加算した値をフレームバッファのRGB各プレーンに描画する(ステップS40)。

【0078】図8(A)(B)は、第1のしきい値によるピクセルテスト時の仮のバッファの α プレーン340及びフレームバッファ350の様子を表した図である。第1のしきい値を0としてピクセルテストを行うと、図8(A)の透視変換オブジェクト部分344の輝度値が0より大きいため、その部分が描画対象エリアとなる(注3参照)。したがって図8(B)に示すように、フレームバッファ350のR、G、Bプレーンの対応するピクセルにたいして、フレームバッファ上のRGB値(0, 0, 0)と対応する仮のバッファ上のRGB値(0.3, 0.1, 0.1)を加算したRGB値(0.3, 0.1, 0.1)が描画される(注4参照)。

【0079】次に第2のしきい値によるピクセルテストを行う。仮のバッファの α プレーン340の輝度値を参照し、第2のしきい値で描画対象ピクセルを判別する。各ピクセルの輝度値が第2のしきい値より大きい場合に当該ピクセルを描画対象ピクセルとし、仮のバッファ上の描画対象ピクセルとフレームバッファの描画対象ピクセルの各RGB値を加算した値をフレームバッファのRGB各プレーンに描画する(ステップS50)。

【0080】図9(A)(B)は、第2のしきい値によるピクセルテスト時の仮のバッファの α プレーン340及びフレームバッファ350の様子を表した図である。第2のしきい値を0.3としてピクセルテストを行うと、図9(A)の輝度=0.3の境界線346の左上側の斜線部分の輝度値が0.3より大きいため、その部分が描画対象エリアとなる(注5参照)。したがって図9(B)に示すように、フレームバッファ350のR、G、Bプレーンの対応するピクセルにたいして、フレームバッファ上のRGB値(0.3, 0.1, 0.1)と対応する仮のバッファ上のRGB値(0.3, 0.1, 0.1)を加算したRGB値(0.6, 0.2, 0.2)が描画される(注6参照)。

【0081】輝度値が0.3以下のエリアは描画されないため図8(B)のRGB値(0.3, 0.1, 0.1)のままである。この段階で透視変換オブジェクトは2つのエリアに分割され、各エリア単位で段階的な陰影付けが行われている。

【0082】次に第3のしきい値によるピクセルテストを行う。仮のバッファの α プレーン340の輝度値を参照し、第3のしきい値で描画対象ピクセルを判別する。

各ピクセルの輝度値が第3のしきい値より大きい場合に当該ピクセルを描画対象ピクセルとし、仮のバッファ上の描画対象ピクセルとフレームバッファの描画対象ピクセルの各RGB値を加算した値をフレームバッファのRGB各プレーンに描画する(ステップS60)。

【0083】図10(A)(B)は、第3のしきい値によるピクセルテスト時の仮のバッファの α プレーン340及びフレームバッファ350の様子を表した図である。第2のしきい値を0.7としてピクセルテストを行うと、図10(A)の輝度=0.7の境界線348の左上側の斜線部分の輝度値が0.7より大きいため、その部分が描画対象エリアとなる(注8参照)。したがって図10(B)に示すように、フレームバッファ350のR、G、Bプレーンの対応するピクセルにたいして、フレームバッファ上のRGB値(0.6、0.2、0.2)と対応する仮のバッファ上のRGB値(0.3、0.1、0.1)を加算したRGB値(0.9、0.3、0.3)画される(注9参照)。

【0084】輝度値が0.7以下のエリアは描画されないため図9(B)のRGB値(0.6、0.2、0.2)(注10参照)と(0.3、0.1、0.1)(注11参照)のままである。この段階で透視変換オブジェクトは、もっとも明るいエリア410と注くらしいの明るさのエリア420ともっとも位エリア430の3つのエリアに分割され、各エリア単位で段階的な陰影付けが行われている。このようにエリア単位で段階的な陰影付けを行うことで3次元オブジェクトに対してセルアニメ風の画像演出を行うことができる。

【0085】しかも本実施の形態では、仮のバッファの α プレーンの輝度値にたいしてしきい値を設定して描画対象ピクセルを判定し、描画対象ピクセルにたいしてRGB加算処理を行うことにより陰影付けを実現する。このためしきい値の調整だけ行えばよく、どこで色が変わるかは演算しなくてよい。したがって陰影付けのアルゴリズムが簡単になり、演算負荷も減少する。

【0086】またスムーズシェーディングによる α 値の補完と α 値によるピクセルテストのみで、境界による色分けができる。 α 値の補完や α 値としきい値の比較の部分ハードウェア化することによりさらに処理を高速にすることができる。

【0087】3. ハードウェア構成

次に、本実施形態を実現できるハードウェアの構成の一例について図11を用いて説明する。

【0088】メインプロセッサ900は、CD982(情報記憶媒体)に格納されたプログラム、通信インターフェース990を介して転送されたプログラム、或いはROM950(情報記憶媒体の1つ)に格納されたプログラムなどに基づき動作し、ゲーム処理、画像処理、音処理などの種々の処理を実行する。

【0089】コプロセッサ902は、メインプロセッサ900の処理を補助するものであり、高速並列演算が可

能な積和算器や除算器を有し、マトリクス演算(ベクトル演算)を高速に実行する。例えば、オブジェクトを移動させたり動作(モーション)させるための物理シミュレーションに、マトリクス演算などの処理が必要な場合には、メインプロセッサ900上で動作するプログラムが、その処理をコプロセッサ902に指示(依頼)する。

【0090】ジオメトリプロセッサ904は、座標変換、透視変換、光源計算、曲面生成などのジオメトリ処理を行うものであり、高速並列演算が可能な積和算器や除算器を有し、マトリクス演算(ベクトル演算)を高速に実行する。例えば、座標変換、透視変換、光源計算などの処理を行う場合には、メインプロセッサ900で動作するプログラムが、その処理をジオメトリプロセッサ904に指示する。

【0091】データ伸張プロセッサ906は、圧縮された画像データや音データを伸張するデコード処理を行ったり、メインプロセッサ900のデコード処理をアクセレートする処理を行う。これにより、オープニング画面、インターミッション画面、エンディング画面、或いはゲーム画面などにおいて、MPEG方式等で圧縮された動画像を表示できるようになる。なお、デコード処理の対象となる画像データや音データは、ROM950、CD982に格納されたり、或いは通信インターフェース990を介して外部から転送される。

【0092】描画プロセッサ910は、ポリゴンや曲面などのプリミティブ面で構成されるオブジェクトの描画(レンダリング)処理を高速に実行するものである。オブジェクトの描画の際には、メインプロセッサ900は、DMAコントローラ970の機能を利用して、オブジェクトデータを描画プロセッサ910に渡すと共に、必要であればテクスチャ記憶部924にテクスチャを転送する。すると、描画プロセッサ910は、これらのオブジェクトデータやテクスチャに基づいて、Zバッファなどを利用した陰面消去を行いながら、オブジェクトをフレームバッファ922に高速に描画する。また、描画プロセッサ910は、 α ブレンディング(半透明処理)、ミップマッピング、フォグ処理、トライリニア・フィルタリング、アンチエイリアシング、シェーディング処理なども行うことができる。そして、1フレーム分の画像がフレームバッファ922に書き込まれると、その画像はディスプレイ912に表示される。

【0093】サウンドプロセッサ930は、多チャンネルのADPCM音源などを内蔵し、BGM、効果音、音声などの高品質のゲーム音を生成する。生成されたゲーム音は、スピーカ932から出力される。

【0094】ゲームコントローラ942からの操作データや、メモ리카ード944からのセーブデータ、個人データは、シリアルインターフェース940を介してデータ転送される。

10

20

30

40

50

【0095】ROM950にはシステムプログラムなどが格納される。なお、業務用ゲームシステムの場合には、ROM950が情報記憶媒体として機能し、ROM950に各種プログラムが格納されることになる。なお、ROM950の代わりにハードディスクを利用するようにしてもよい。

【0096】RAM960は、各種プロセッサの作業領域として用いられる。

【0097】DMAコントローラ970は、プロセッサ、メモリ(RAM、VRAM、ROM等)間でのDMA転送を制御するものである。

【0098】CDドライブ980は、プログラム、画像データ、或いは音データなどが格納されるCD982(情報記憶媒体)を駆動し、これらのプログラム、データへのアクセスを可能にする。

【0099】通信インターフェース990は、ネットワークを介して外部との間でデータ転送を行うためのインターフェースである。この場合に、通信インターフェース990に接続されるネットワークとしては、通信回線(アナログ電話回線、ISDN)、高速シリアルインターフェースのバスなどを考えることができる。そして、通信回線を利用することでインターネットを介したデータ転送が可能になる。また、高速シリアルインターフェースのバスを利用することで、他の画像生成システム、他のゲームシステム、或いは情報処理機器(パーソナルコンピュータ、プリンタ、マウス、キーボード)などとの間でのデータ転送が可能になる。

【0100】なお、本発明の各手段は、その全てを、ハードウェアのみにより実行してもよいし、情報記憶媒体に格納されるプログラムや通信インターフェースを介して配信されるプログラムのみにより実行してもよい。或いは、ハードウェアとプログラムの両方により実行してもよい。

【0101】そして、本発明の各手段をハードウェアとプログラムの両方により実行する場合には、情報記憶媒体には、本発明の各手段をハードウェアを利用して実行するためのプログラム(プログラム及びデータ)が格納されることになる。より具体的には、上記プログラムが、ハードウェアである各プロセッサ902、904、906、910、930等に処理を指示すると共に、必要であればデータを渡す。そして、各プロセッサ902、904、906、910、930等は、その指示と渡されたデータとに基づいて、本発明の各手段を実行することになる。

【0102】図12(A)に、本実施形態を業務用ゲームシステムに適用した場合の例を示す。プレーヤは、ディスプレイ1100上に映し出されたゲーム画像を見ながら、レバー1102、ボタン1104等を利用してゲームを楽しむ。内蔵されるシステムボード(サーキットボード)1106には、各種プロセッサ、各種メモリな

どが実装される。そして、本発明の各手段を実行するためのプログラム(或いはプログラム及びデータ)は、システムボード1106上の情報記憶媒体であるメモリ1108に格納される。以下、この情報を格納情報と呼ぶ。

【0103】図12(B)に、本実施形態を家庭用のゲームシステムに適用した場合の例を示す。プレーヤはディスプレイ1200に映し出されたゲーム画像を見ながら、ゲームコントローラ1202、1204を操作してゲームを楽しむ。この場合、上記格納情報は、本体システムに着脱自在な情報記憶媒体であるCD1206、或いはメモ리카ード1208、1209等に格納されている。

【0104】図12(C)に、ホスト装置1300と、このホスト装置1300とネットワーク1302(LANのような小規模ネットワークや、インターネットのような広域ネットワーク)を介して接続される端末1304-1~1304-nを含むシステムに本実施形態を適用した場合の例を示す。この場合、上記格納情報は、例えばホスト装置1300が制御可能な磁気ディスク装置、磁気テープ装置、メモリ等の情報記憶媒体1306に格納されている。端末1304-1~1304-nが、スタンドアロンでゲーム画像、ゲーム音を生成できるものである場合には、ホスト装置1300からは、ゲーム画像、ゲーム音を生成するためのゲームプログラム等が端末1304-1~1304-nに配送される。一方、スタンドアロンで生成できない場合には、ホスト装置1300がゲーム画像、ゲーム音を生成し、これを端末1304-1~1304-nに伝送し端末において出力することになる。

【0105】なお、図12(C)の構成の場合に、本発明の各手段を、ホスト装置(サーバー)と端末とで分散して実行するようにしてもよい。また、本発明の各手段を実行するための上記格納情報を、ホスト装置(サーバー)の情報記憶媒体と端末の情報記憶媒体に分散して格納するようにしてもよい。

【0106】またネットワークに接続する端末は、家庭用ゲームシステムであってもよいし業務用ゲームシステムであってもよい。そして、業務用ゲームシステムをネットワークに接続する場合には、業務用ゲームシステムとの間で情報のやり取りが可能であると共に家庭用ゲームシステムとの間でも情報のやり取りが可能な携帯型情報記憶装置(メモ리카ード、携帯型ゲーム装置)を用いることが望ましい。

【0107】なお本発明は、上記実施形態で説明したものに限らず、種々の変形実施が可能である。

【0108】例えば、本発明のうち従属請求項に係る発明においては、従属先の請求項の構成要件の一部を省略する構成とすることもできる。また、本発明の1の独立請求項に係る発明の要部を、他の独立請求項に従属させることもできる。

【0109】また、本実施形態では、ジオメトリ処理として座標変換や透視変換を例に挙げたが、本発明のジオメトリ処理はこれらに限定されない。

【0110】また、本実施の形態では3次元オブジェクトの明るさ情報が頂点に与えられている場合を例にとり説明したがこれに限られない。プリミティブ面や画素に与えられている場合でもよい。

【0111】また色情報としてRGBを例にとり説明したがこれに限られない。例えばHSVやHLS等の値でもよい。

【0112】また色情報の調整の例として加算する場合を例にとり説明したがこれに限られない。例えば加算以外に四則演算や論理演算やテーブル演算を施す場合でもよい。

【0113】また本実施の形態では仮のバッファに一旦描画を行い、その後にフレームバッファに描画を行う2パス形式を採用している場合を例にとり説明したがこれに限られない。例えば1パスでフレームバッファにかきこむ場合でも実現可能であり、3パス又はそれ以上のパスでフレームバッファに描画を行う場合でもよい。

【0114】また本発明はレーシングゲーム以外にも種々のゲーム（格闘ゲーム、シューティングゲーム、ロボット対戦ゲーム、スポーツゲーム、競争ゲーム、ロールプレイングゲーム、音楽演奏ゲーム、ダンスゲーム等）に適用できる。

【0115】また本発明は、業務用ゲームシステム、家庭用ゲームシステム、多数のプレーヤが参加する大型アトラクションシステム、シミュレータ、マルチメディア端末、画像生成システム、ゲーム画像を生成するシステムボード等の種々の画像生成システムに適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態の画像生成システムのブロック図の例である。

【図2】ドーナツ型の3次元オブジェクトに滑らかな陰影付けを行った場合の画像を表した図である。

【図3】ドーナツ型の3次元オブジェクトに本実施の形態の陰影付けを行った画像を表した図である。

【図4】3次元オブジェクトに与えられた明るさ情報に基づき透視変換して得られた2次元画像の各画素に明るさ情報を設定する手法について説明するための図である。

【図5】各画素毎に設定された明るさ情報に基づき当該2次元画像を複数のエリアに分割しエリア単位に段階的に陰影付を行う手法について説明するための図である。

【図6】図6は本実施の形態の動作例について説明するためのフローチャート図である。

【図7】図7は3次元オブジェクトに段階的な陰影付けを行う処理過程について説明するための図である。

【図8】図8（A）（B）は3次元オブジェクトに段階的な陰影付けを行う処理過程について説明するための図である。

【図9】図9（A）（B）は3次元オブジェクトに段階的な陰影付けを行う処理過程について説明するための図である。

【図10】図10（A）（B）は3次元オブジェクトに段階的な陰影付けを行う処理過程について説明するための図である。

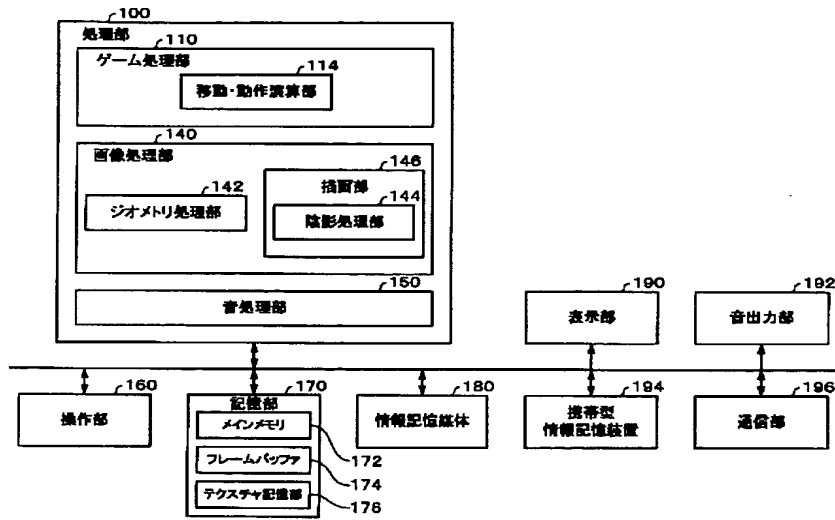
【図11】本実施形態を実現できるハードウェアの構成の一例を示す図である。

【図12】図12（A）、（B）、（C）は、本実施形態が適用される種々の形態のシステムの例を示す図である。

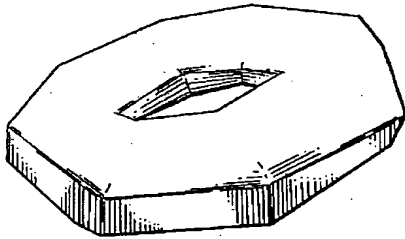
【符号の説明】

100 処理部
110 ゲーム処理部
112 編集画面表示部
114 移動・動作演算部
140 画像処理部
142 ジオメトリ処理部
144 陰影処理部
146 描画部
150 音処理部
160 操作部
170 記憶部
172 メインメモリ
174 フレームバッファ
176 テクスチャ記憶部
180 情報記憶媒体
190 表示部
192 音出力部
194 携帯型情報記憶装置
196 通信部

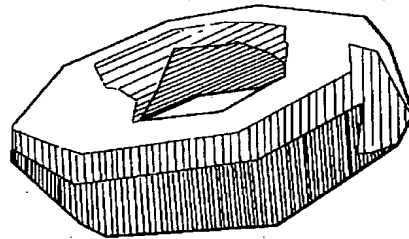
【図1】



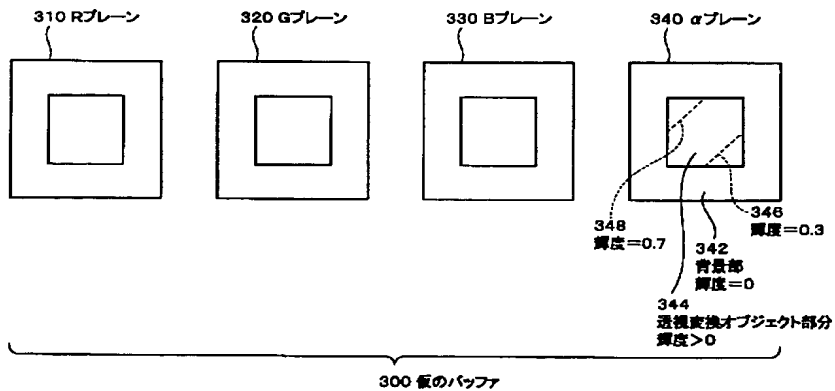
【図2】



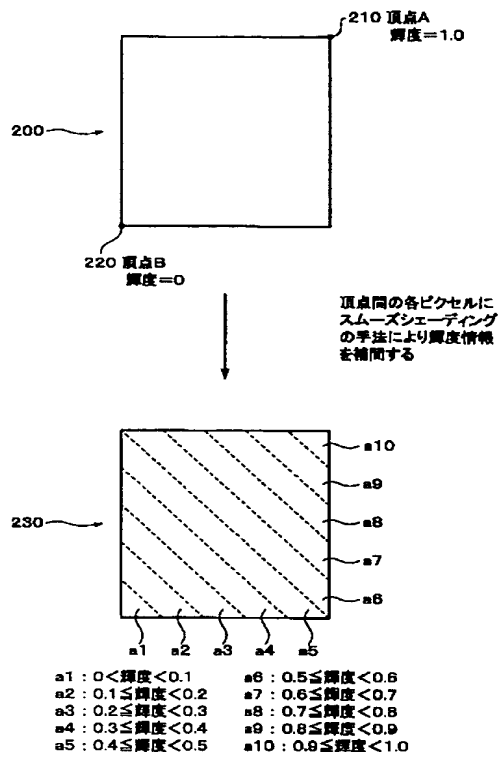
【図3】



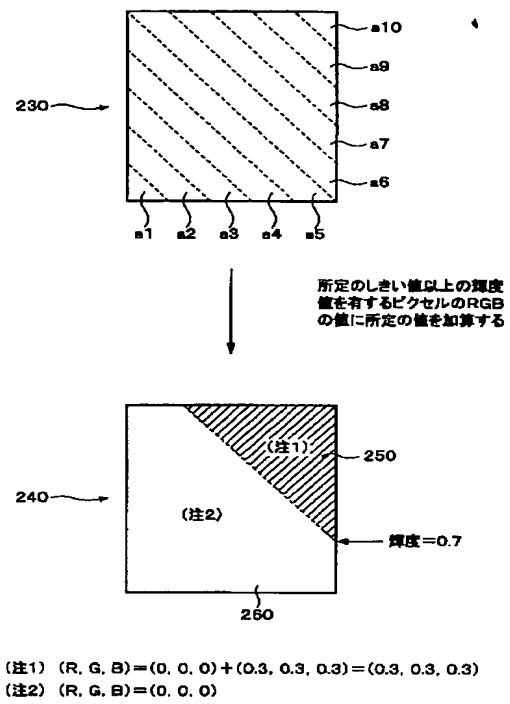
【図7】



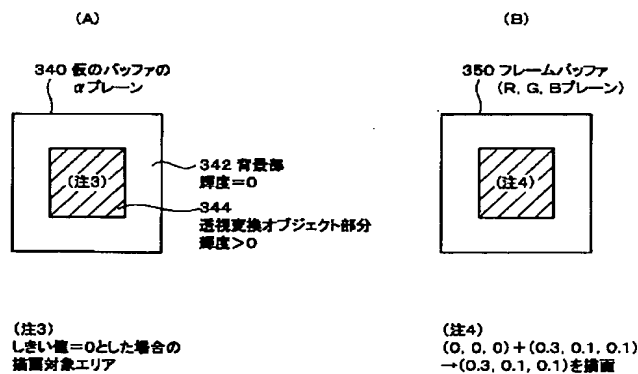
【図4】



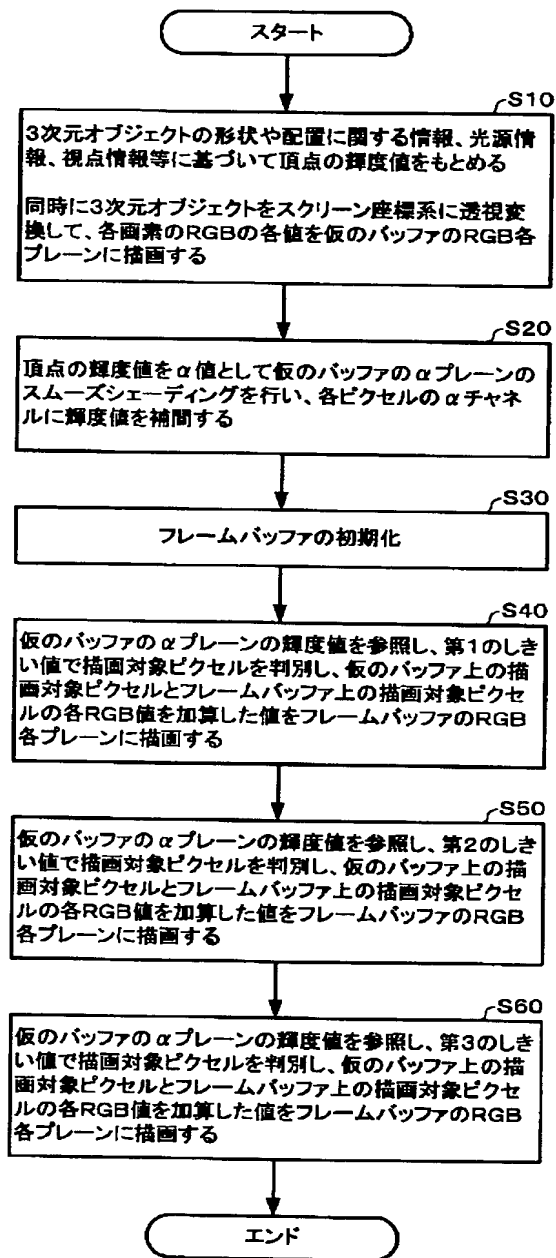
【図5】



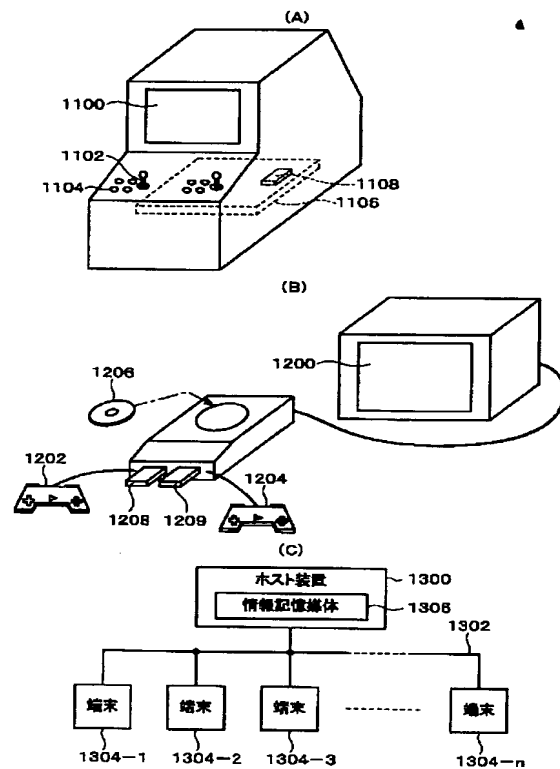
【図8】



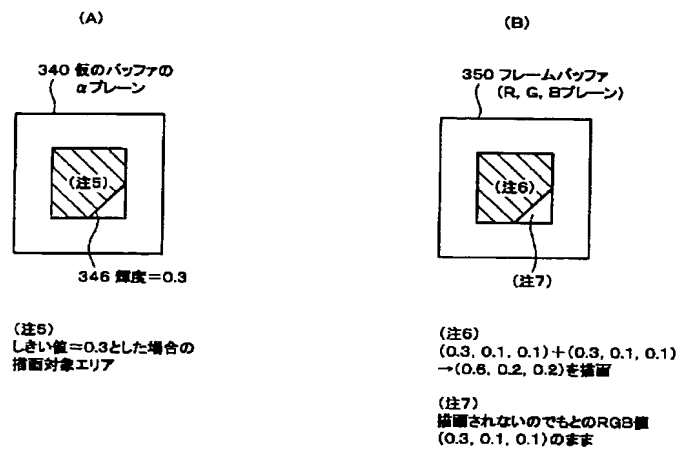
【図6】



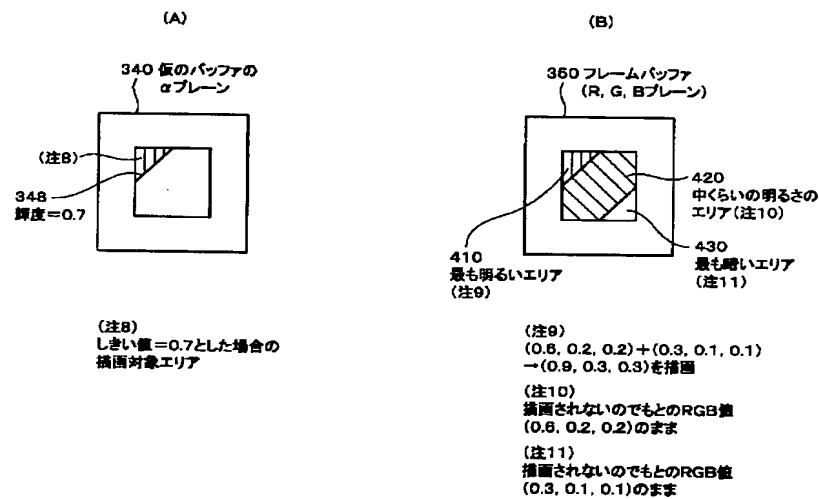
【図12】



【図9】



【図10】



【図11】

